专题导读： 元宇宙作为人类的一种数字化生存形态，是物质世界与信息世界交互的产物，是虚拟现实、人工智能、大数据、物联网、区块链等一系列信息技术发展到一定阶段后集成创新的结果。因此，元宇宙必然与信息紧密相联。元宇宙对整个社会产生的深远影响不容忽视，图书情报学等各学科从不同视角对元宇宙开展广泛研究。在此背景下，元宇宙信息学（Metaverse Informatics）作为一门值得探索的新兴学科正破土而出，有望为其他元宇宙分支学科提供理论基础支撑。

元宇宙信息学是研究元宇宙场域中信息产生、表示、传输、存储、识别、获取、分析和利用等各环节以及整个信息生态的特征和规律的新兴学科。当前，尚处于萌芽期的元宇宙信息学并无明确的学科体系与范畴，几乎一切涉及“元宇宙 + 信息”的研究都可以归类于元宇宙信息学，这种百花齐放的探索也将有助于这门学科的快速发展。

本期元宇宙专题刊发的两篇论文是对元宇宙信息学研究成果的初步呈现。《元宇宙场域下用户信息交互的生态机制研究》关注元宇宙场域下用户信息交互生态的变革，强调用户在信息生态中的信息吞吐，构建以用户信息获取、利用、分享为基础构成的信息交互逻辑。《基于 NFT 的非遗数字资源开发研究》依据非遗数字资源的特点提出基于 NFT 的开发架构，构建知识化、智慧化、个性化的非遗数字资源生态系统，期望实现非遗拥抱文旅元宇宙的新突破。两篇论文不约而同地将目光投向了元宇宙信息生态的构建，并对元宇宙的发展寄予了乐观的预期。

预测未来最好的方法就是把它创造出来。元宇宙信息学，诚邀您一起探索和创造。

元宇宙场域下用户信息交互生态机制研究

郭亚军，袁一鸣，张腾飞

（郑州航空工业管理学院 信息管理学院，郑州 450046）

摘　要：［目的 / 意义］元宇宙场域的到来，使用户信息交互行为发生较大变化，须对这一过程进行分析，构建相应用户信息交互生态机制，以期为相关研究提供参考，并促进元宇宙信息学的萌芽。［方法 / 过程］通过对现有研究的分析，总结元宇宙场域下用户信息交互生态的变革，基于信息生态视角对元宇宙场域下用户信息交互生态机制进行构建。［结果 / 结论］构建了一种从物理环境到交互场景分层架构的元宇宙场域下用户信息交互生态机制，并从用户、资源、技术、治理角度对其发展提供对策。

关键词： 元宇宙；信息生态；信息交互行为；信息获取；信息分享

中图分类号： G206　　**文献标识码：** A　　**文章编号：** 1002-1248（2022）06-0004-10

引用本文： 郭亚军，袁一鸣，张腾飞. 元宇宙场域下用户信息交互生态机制研究［J］. 农业图书情报学报，2022，34（6）：4-13.

收稿日期：2022-05-17

基金项目：国家社会科学基金项目“信息茧房形成机理及治理机制研究”（20BTQ045）

作者简介：郭亚军，博士，教授，研究方向为元宇宙、知识服务、信息无障碍。袁一鸣，硕士研究生，研究方向为元宇宙、信息行为、知识管理。张腾飞，本科生，研究方向为信息行为

1 引　言

2021 年以来，元宇宙成为人们热议的话题，也受到图书情报学界的普遍关注。马费成在“天堂的具象：图书馆元宇宙的理想”论坛开幕式上的致辞指出，元宇宙“必将对人们获取、理解、分析、使用信息和知识带来革命性变革”[1]。在元宇宙场域的影响下，现实物质形态的虚拟映射，二维信息的立体转变，沉浸环境下的信息生态迁移等，无不推动着传统信息学向“元宇宙信息学”的概念升维。在这一新的理论背景下，需要我们对信息从产生到消亡的整个生命周期过程进行重新审视，以高维视角探究元宇宙场域下的信息本质、信息规律以及信息系统，推动人类信息社会向下一阶段进发。

信息生态最早由 DAVENPORT 在 1997 年正式提出，他认为信息生态是对信息的整体管理，并指出在信息生态的管理过程中需要聚焦于人和信息行为[2,3]。后续学者认为，信息生态由信息人、信息、信息环境和信息技术 4 个信息生态因子所组成[4,5]。信息交互行为是信息生态中信息循环互动的关键，包括信息的获取利用与分享等[6]。伴随着虚拟现实、人工智能、大数据、5G 网络以及区块链等元宇宙相关技术的逐渐成熟，元宇宙与信息社会的结合愈加紧密[7]。这使人们不禁思考，信息、用户、信息交互行为等这些在信息生态中的基本组成要素在元宇宙的冲击下会产生怎样的变革？针对这些问题，本文从现有理论研究与实践探索出发，挖掘元宇宙场域下的信息交互行为特征，基于信息生态视角对元宇宙场域下用户信息交互生态机制进行构建，并从用户、资源、技术、治理角度为其提供发展对策。以元宇宙场域为新理论场景，对该场域下的信息生态进行理论构建与机制分析，以期扩展信息学领域相关理论研究，促进元宇宙信息学萌芽。

2 相关研究综述

早在 2003 年国外就有学者对元宇宙中的收益创造方式[8]、教育模式[9]、社交形态[10]以及可能出现的通货膨胀[11]与道德问题[12]等进行了思考。而目前国内外相关研究主要集中在社会应用、技术整合、理论探讨以及治理探索。

社会应用方面，KIM 对元宇宙三维、互操作性、交互式、身临其境等特点与广告投放融合，构思元宇宙场域下的广告应用场景[13]。ALMARZOUQI 等通过将元宇宙与医疗行业相结合，探索医学院学生对虚拟学习场景的可接受程度[14]。INDARTA 等探讨了将元宇宙应用于教育可能会面临的挑战与机遇，并构想了元宇宙在教育行业的应用场景[15]。JEONG 等设想了一种元宇宙场域下的电子商务平台[16]。杨新涯等从图书馆角度对元宇宙与图书馆结合的可能进行了分析[17]。彭国超等对智慧城市中的元宇宙应用场景进行了探索，并提出了一条智慧城市治理的新路径[18]。娄方园探讨了元宇宙场域中服务于教育行业的教育数字人应用场景[19]。

技术整合方面，CHOI 等从信标技术以及 VR 技术对元宇宙博物馆虚拟展览的运作原理进行了分析[20]。GADEKALLU 等对元宇宙中区块链技术的应用进行了调查，并分析了在元宇宙中区块链技术对用户信息隐私的保护作用[21]。GREENE 等介绍了元宇宙核心技术中的 VR、AR 技术是如何被应用于服务的，并讨论了这些技术未来在元宇宙图书馆应用的发展计划[22]。陈苗等分析了元宇宙时代图书馆、档案馆以及博物馆中 NFT 技术对这三者经营以及资源管理活动的技术支持原理[23]。

理论预测方面，向安玲等从知识重组与场景再构的角度对元宇宙与信息资源管理的理论契合进行了分析[24]。姚占雷等对元宇宙虚拟空间中的知识存在状态进行了分析预测，认为情景化的知识模块是知识在元宇宙场域下的形态重构[25]。吴江等对元宇宙视域下的用户信息行为相较于传统环境的异同进行了分析，认为相关研究可以基于现有理论，结合新环境特征进行迭代优化[26]。郭亚军等从知识共享的 4 个步骤入手，结合元宇宙场域特征提出了一种元宇宙虚拟社区知识共享模式[27]。

治理规划方面，赵星等针对元宇宙发展过程中脱

实向虚、游戏为先、治理未预等问题，从监管问责规范化、政务治理智能化、政产学创新集约化 3 个方向提出了敏捷治理对策[28]。

现有元宇宙相关研究已经从信息形态、信息流动模式、信息行为以及信息治理等方面进行了初步布局，为元宇宙信息学的诞生布置了温床。但受制于元宇宙相关实践发展还处在探索阶段，现阶段元宇宙用户信息交互行为的研究较少，用户信息行为在元宇宙的冲击下会产生怎样的转变需要我们进一步探索研究，以拓展元宇宙信息学领域相关理论。

3 元宇宙场域下用户信息交互行为变革

元宇宙的虚实交互特征使得信息形态在其中得以重构[24]，二维信息空间转变为虚拟立体空间。不可避免地，元宇宙场域下的用户信息交互行为也将产生一定变革，突出体现在以下 3 个方面：信息获取具身化、信息利用智能化、信息分享广播化。

3.1 信息获取具身化

具身认知理论强调信息获取是通过人类自身的感知觉系统与周围环境的交互作用，以获得对世界基本理解的认知方式[29]。在传统环境中用户信息获取的方式主要通过视觉、听觉对文字、图片以及视频形态的信息资源进行感知，以获取其中的信息。而元宇宙用户化身的应用强化了人们在信息交互过程中身体的参与程度，在立体场域中情景化的信息模块使我们得以调动全身感官去对一组信息进行获取[25]。与此同时立体化信息模块所包含的信息细节相较于传统信息形态在数量上将大大增加，只靠视觉与听觉无法在短时间内全部捕捉与获取，元宇宙场域下的全感官模拟技术为用户在信息接收过程中获得具身认知提供了保障[30]。

3.2 信息利用智能化

信息利用是指利用已有的信息学习、阅读、传播、交流、增殖的过程[31]。元宇宙场域下人工智能技术的应用，使得人们在信息利用的过程中可以获得高度智能化的信息辅助。一方面人脑所储存的信息量有限，在用户进行重大决策或是其他需要大量信息支撑的场景下，人工智能可以调用数据库中的海量信息以提供辅助；另一方面，借用人工智能对数据的智慧化挖掘以及可视化呈现，用户在利用信息的过程中不需要花费大量精力去分析，智能分析技术使用户所利用信息的层级升高，同时提升了信息利用的效率。在人工智能、大数据等技术的加持下，元宇宙场域中信息利用行为将更加智能、高效。

3.3 信息分享广播化

元宇宙共建共享的理念使得信息分享行为有了显著的去中心化，即信息发布共享的行为将由每一个人来执行[27]。在元宇宙场域下，信息分享的行为模式将有着更加去中心化的趋势。用户在进行信息分享的过程中，其信息发送可以没有固定的接收者，而是以广播扩散的形式被周围的元宇宙节点所接收，周围的用户可以通过个性化设置或人工智能信息过滤来选择是否接收信息。元宇宙场域下用户广播化的信息分享得益于去中心化的区块链技术，一个节点发布信息，链内所有节点进行存储记录[32]。

4 元宇宙场域下用户信息交互生态机制构建

信息生态由信息人、信息、信息环境、信息技术等基本因子组成[4,5]，其中信息人与信息环境又构成了信息交互场景。本文将从信息生态视角对元宇宙场域下的用户信息交互、信息建设、信息技术之间的联系进行剖析，构建以用户信息获取、利用、分享为基础的信息交互逻辑，强调信息用户在信息生态中的信息吞吐，并以信息技术为支撑、信息建设为保障，确保信息生态的有序运行，如图 1 所示。

4.1 信息交互层

信息交互层强调信息人与信息人，信息人与信息环境之间的交互过程，其中的用户信息交互行为从系

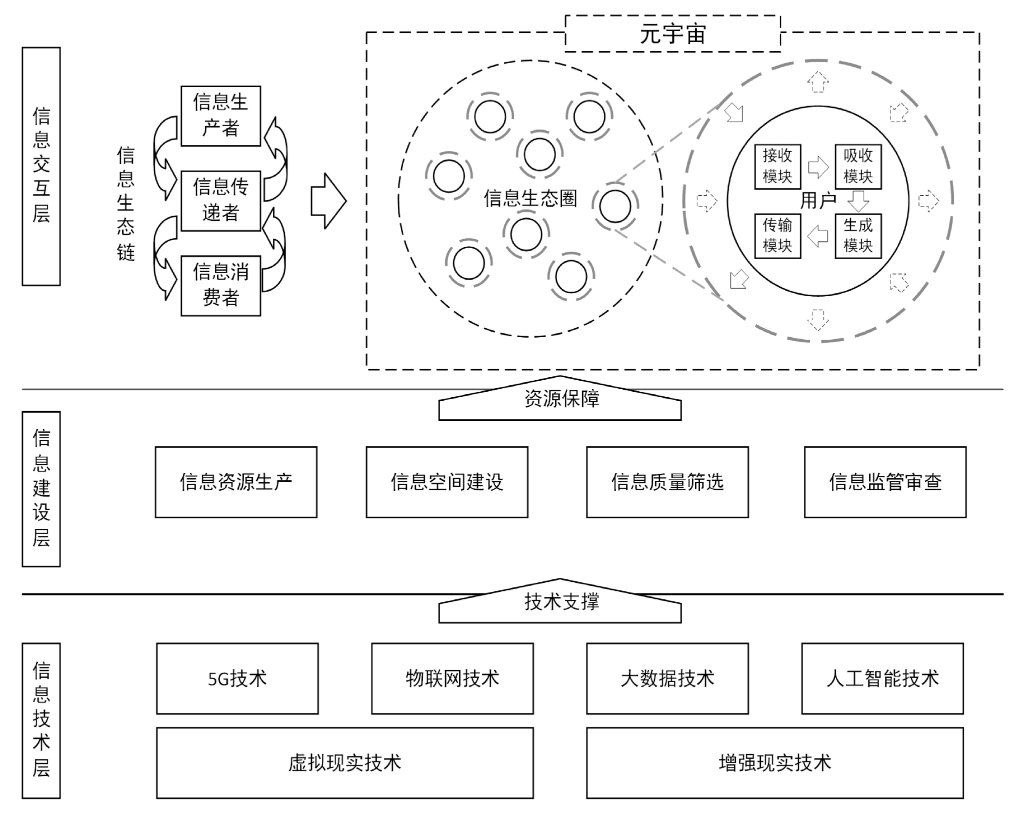


图 1　元宇宙场域下用户信息交互生态机制

Fig.1 The ecological mechanism of user information interaction in metaverse field

统角度可以分为信息输入、信息利用、信息输出。娄策群等提出了信息生态链的基本结构，认为信息人分为信息生产者、信息传递者和信息消费者 3 类[33]，信息生产者到信息消费者的正向信息流，以及信息消费者到信息生产者的反馈信息流构成了信息生态链中的基本信息交互逻辑。而在元宇宙场域下，便利的信息技术以及去中心化的信息生产与分享行为，使得信息人即用户的身份界限变得模糊，每个人都是信息生产者、传输者以及消费者的集成。每个用户在信息生态中都是一个与周围信息环境紧密联系的个体，用户从周围环境中选择获取其所需信息，经过加工吸收利用后，再以一定形式将自己所掌握的信息分享，以实现与信息环境的信息交互。下面从用户信息获取、利用及分享 3 个方面对这一交互过程进行阐述。

（1）用户信息获取。用户信息获取可以分为主动信息获取与被动信息获取。主动信息获取时，用户以化身形态在私人元宇宙中根据自己的信息需求进行信息搜索，与传统的网络搜索行为不同，元宇宙场域下的搜索行为可以通过自然语言等方式将所需求的信息输入到搜索引擎中，所产生的结果也将以立体化信息模块的形式展现在用户面前。而被动信息获取，用户会收到附近用户所发布的信息广播，根据用户自己设定的个性化需求，人工智能可以对该用户的信息需求进行分析并帮助用户选择其可能需要的信息进行接收，同时人工智能可以根据用户对所推荐信息的反馈进行用户信息需求模型构建，以促进用户信息获取。

（2）用户信息利用。信息利用是一种对获取信息的吸收以及利用已有信息进行创造的过程。用户通过对立体化信息的主动搜索或被动选择后，可以根据信息种类的不同进行信息吸收。信息按照其所产生的来源可以分为客观信息与主观信息，用户在利用不同种类的信息时信息行为也不尽相同。客观信息是人脑之外客观物质世界状态的描述，在元宇宙场域下客观信息可以被构建为三维的视频模块，用户以第三人称对立体信息模块进行观测以吸收这一信息内容，并进行信息利用。而主观信息是一种由人脑对客观物质存在

进行感知处理后所形成的信息，如经验、技术、感悟等[34]，这种信息在传统情景中较为难以吸收利用，而通过元宇宙立体场域将产生该主观信息的场景进行复刻，则可进行主观信息的吸收利用。与此同时，用户在元宇宙创造型空间中，能对已有信息归纳整合以生成新的信息资源模块[32]。

（3）用户信息分享。用户对外界信息进行利用之后，可以将处理后的信息再反馈到信息生态之中。这种反馈很大程度上将不再是点对点，而是点对面的广播形式，由区块链技术支撑，用户所分享的信息将同步储存在其他元宇宙节点中，再根据其他用户的主动信息搜索或被动信息接收进入新一轮的信息生态循环。

4.2 信息建设层

信息建设层是对元宇宙信息交互生态中信息资源从产生到消亡进行描述的逻辑层。在自然生态中，物质能量是整个生态系统循环运转的基础，而元宇宙场域下的信息生态则需要立体化的信息资源来维持该生态系统中的信息交换。下面从信息资源生产、信息空间建设、信息质量筛选以及信息监管审查 4 个方面进行论述。

（1）信息资源生产。随着信息社会的发展，社会信息总量以指数级增长，这与元宇宙中信息资源的增长势态趋同。元宇宙中信息的产生主要分成两部分：一是原来已经产生的信息进入元宇宙空间；二是在元宇宙空间中所新生产的信息。针对原生信息需要借助 3D 建模、虚拟仿真等技术，对其进行元宇宙场域下的虚拟映射，针对元宇宙空间中的再生信息需要做到全程监管审查治理，以保证元宇宙空间中信息的高质量以及信息交互的高效能。

（2）信息空间建设。信息空间是在不同情境下用户与信息资源进行交互的应用场景。用户信息需求的多样性和复杂性决定了信息空间种类的繁多，定制化的信息资源空间成为了信息空间建设的重点，通过不同种类的信息资源空间对信息生态中不同的功能单元进行构建。并在此基础上，将功能各异的信息空间与元宇宙信息生态协调整和，以提高信息获取和传播的效率。

（3）信息质量筛选。不论是现实世界中生产的信息、互联网中生产的信息还是元宇宙中生产的信息，都或多或少存在一定的质量差异。设置相应的信息质量筛选程序，针对不同来源的信息制定独立的质量筛选标准，能够很大程度上保障元宇宙信息生态中信息的优质，较高的信息质量也能保证每一个信息模块在其生命周期中尽可能多的在信息生态中流转。

（4）信息监管审查。通过人工智能技术对信息进行全天候监管审查，制定信息监管体制，既可以让信息生产过程以用户信息需求为导向，以规范化生产为准则，也可以对已经存在的信息进行流转过程的全程监管追踪，防止不法信息、违规信息在信息交互生态中传播。

4.3 信息技术层

在信息生态中，信息技术是整个生态系统的物理支撑。元宇宙本就是多种信息技术深度融合的成果[35]，要保证元宇宙中信息交互的高效与高质，就要依赖于一定的元宇宙支撑技术。将从以下 4 方面进行探讨。

（1）高速网络传输技术。5G 网络拥有高速率、高带宽以及低延迟的优点，目前大容量远程任务、用户之间的共享体验等都离不开这项技术。元宇宙所带来的高效信息交互，一定程度上取决于传输网络的低延迟、高带宽等特点，5G 网络的出现为元宇宙中巨量信息的实时交互传递提供了路径。另一方面，借助于高速网络传输技术，在用户化身进行面对面的临场信息交互时，用户动作将以较低延迟进行传递与表达，以实现高度仿真的交互沉浸感。

（2）物联网技术。它是元宇宙核心技术中负责联系物品与物品、物品与人的技术。在一定场合，物联网技术中感应探头的存在将现实空间中的物体运动、状态等信息，在元宇宙虚拟空间进行实时映射。一定程度上来说，物联网技术保障了虚实空间的同步运行。

（3）虚拟现实与增强现实技术。在元宇宙场域下，虚拟现实和增强现实技术是实现用户信息行为与信息环境交互的基础，为用户进入虚拟信息空间以及虚实

交互的信息空间提供了可行路径。近些年来虚拟现实与增强现实技术的发展极大推动了元宇宙这一概念的重新爆火，也为元宇宙与社会各领域的深度融合提供了现实落脚点。

（4）人工智能技术。元宇宙中复杂的信息环境需要虚拟助手帮助用户在信息生态中进行一定程度的信息预处理。而人工智能技术可以保障虚拟世界与现实世界的软硬件环境有序配合，为用户提供一个安全和稳定的信息空间。元宇宙中信息资源的管理尤为重要，要对元宇宙场域下用户所产生的海量信息充分筛选管理，保证用户私人领域免受信息污染影响。人工智能在元宇宙场域下可以实现用户信息个性化筛选、信息隐私保护甚至链接智库系统为用户信息决策提供专家意见。

5 元宇宙场域下用户信息交互生态机制发展建议

元宇宙场域下用户信息交互生态机制在实施过程中还需要从用户化身构建、信息资源建设、相关技术整合以及交互规范治理等方面进行布局。

5.1 面向信息交互的用户化身数字化构建

用户在元宇宙场域下进行信息交互需要一个载体，即虚拟化身。现有的一些元宇宙平台对用户化身的构建主要分为两种。一种是架空角色设计，用户可以将任何外型的模型作为自己的化身；另一种是根据用户真实外貌进行虚拟仿真所形成的化身模型。但在进行用户化身的构建过程中还需要注重化身的内部数字建设。

元宇宙场域下，无论是用户信息的主动获取与被动获取都需要针对用户的个性化信息需求进行信息过滤与信息推荐，所以在元宇宙场域下用户化身构建的过程中不仅需要对其外表模型进行构建，还需要对其内在信息内容进行填充。如用户在创建角色时需要个人的一些真实资料提交，以此为基础建立用户自身的信息需求画像，为后续信息个性化过滤与推荐奠定基础。另一方面，用户画像会随着用户在元宇宙场域下的信息行为数据的不断加入而不断完善与自我生长，逐渐符合用户真实情况。这样以虚拟形象为外在，个性化信息为内容的用户化身将构成元宇宙场域下用户信息交互的出发点和落脚点。

5.2 面向信息建设的资源形态立体化重构

信息生态由信息人、信息资源、信息环境以及信息技术组成，其中元宇宙场域下的信息人就是用户化身、数字人等，信息资源作为信息生态中信息人与信息环境的交换物质，是整个信息交互生态构成的基础，需要对元宇宙场域下的信息资源进行立体化重构。

在元宇宙场域下，根据信息类型的不同构建出多种形态的信息资源，但总体上可以划分为客观信息资源和主观信息资源。客观信息资源可以通过 3D 建模或者立体可视化的手段进行呈现，如一件事情的发生过程，通过对其各种要素的状态转变进行记录且立体成像形成一种像全景视频一样的立体信息资源，使用户站在第三人称视角进行观测，从而在一种高度沉浸的环境得到这一组客观信息。主观信息资源的构建需要这一资源的持有者与信息资源构建人员协同进行，主观信息资源是对一组人脑内的感受经验进行构建，如技术经验、专家智慧等，将这些主观信息的产生过程进行虚拟仿真形成一种类似于现有的 VR 互动视频资源[36]，使用户站在第一人称视角参与到这一流程，并通过再现性学习得到其中所蕴含的主观信息。

5.3 面向生态基础的支撑技术有序化整合

元宇宙信息交互生态需要建立在一定的元宇宙平台中，而现有的元宇宙平台还处在起步阶段，各方面并不完善。具体的表现为元宇宙技术运用较为分散，又或者利用层次较浅，需要加深对元宇宙相关技术的有序化整合。

元宇宙是虚实交互世界的统合，在这一场域下进行信息交互需要整合虚拟现实、增强现实、人工智能、大数据、3D 技术等，如在信息获取与分享的过程中信息的个性化推荐需要使用人工智能与大数据技术的配

合，才能在一定程度上依据用户真实信息需求为用户提供信息辅助。在虚实交互的元宇宙场景中，通过增强现实技术可以将信息映射到用户所处的真实环境中，如眼睛看到建筑，就会在旁边显示这个建筑中的商铺信息。这种应用场景下就需要实现高速无线传输技术、增强现实技术、大数据等技术的统合。元宇宙还有无限的应用可能，需要考虑支撑不同场景下信息生态的技术整合。而目前元宇宙平台的发展处于起步阶段，一方面要整合相关技术；另一方面还要提升各种技术的应用水平，特别是人工智能技术，作为未来元宇宙场域下信息交互的重要辅助角色，现有的技术水平还远不能实现应用构想。

5.4 面向信息生态的用户交互行为规范化治理

元宇宙去中心化的思想并不一定全盘适用于信息生态之中，如果缺乏对信息生态中信息交互过程的规范化治理，会在一定程度上造成信息混乱、隐私泄露以及伦理问题的产生，需要有力的治理者对信息交互过程进行治理与管控。

元宇宙场景中信息交互可能会产生非法信息蔓延、虚假信息散布等多种问题，需要从限制和引导两个方面对这些问题进行治理。一方面要在法律层面对元宇宙场域下信息交互问题进行限制，制定完善的监管问责体制，通过区块链技术对信息模块进行溯源追踪，当发现不法信息资源在信息交互生态中流转时，及时对生产者、传播者进行问责；另一方面，需要加强教育引导，从道德层面对用户信息行为进行引导，在元宇宙空间中进行一定的信息行为道德宣传，提升信息用户道德素质，从源头上减少问题的发生。除此之外，元宇宙信息用户的隐私问题也值得重视，社会信息水平的发展往往与个人信息安全挂钩，需从技术层面建立一套完整的隐私保护机制。

6 结　语

本文首先对元宇宙场域下用户信息行为的变革进行分析，以此为基础从信息生态的视角对元宇宙场域下用户信息交互生态机制进行构建，提出一种由信息交互、信息治理与信息技术 3 层架构组成的用户信息交互生态机制，并针对其实施以及运行过程中可能存在的问题，从用户化身构建、信息资源建设、相关技术整合以及交互规范治理 4 个方面提出相应发展建议。

人类近 20 年的科技发展仿佛都在为元宇宙的出现而进行铺垫，元宇宙数字人为人们追求“灵魂永生”的梦想提供一种实现可能，元宇宙能否成为人类社会的新形态值得关注。元宇宙场域下的信息空间、信息形态、信息行为会产生怎样的变革，有待元宇宙信息学基础理论及其在社会各行业的应用研究持续推进。

参考文献：

[1] 马费成. 图书情报学与元宇宙: 共识 共创 共进[J/OL]. 中国图书馆学报: 1-3[2022-06-01]. http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2746.G2.20220518.1135.002.html.
MA F C. Library and information science and the metaverse: Consensus, co-creation, and progress[J/OL]. Journal of library science in China: 1-3[2022-06-01]. http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2746.G2.20220518.1135.002.html.

[2] DAVENPORT T H, PRUSAK L. Information ecology: Mastering the information and knowledge environment[M]. Oxford university press on demand, 1997.

[3] 韩刚, 覃正. 信息生态链: 一个理论框架[J]. 情报理论与实践, 2007(1): 18-20, 32.
HAN G, TAN Z. Information ecosystem: A theoretical framework[J]. Information studies: Theory & application, 2007(1): 18-20, 32.

[4] 王晰巍, 张长亮, 韩雪雯, 等. 信息生态视角下网络社群信息互动效果评价研究[J]. 情报理论与实践, 2018, 41(11): 83-88, 62.
WANG X W, ZHANG C L, HAN X W, et al. Research on the evaluation of information interaction effect of online communities from the perspective of information ecology[J]. Information studies: Theory & application, 2018, 41(11): 83-88, 62.

[5] 李嘉兴, 王晰巍, 李师萌, 等. 信息生态视角下老年用户群体微信使用行为影响因素研究[J]. 图书情报工作, 2017, 61(15): 25-33.
LI J X, WANG X W, LI S M, et al. A study on the factors influencing WeChat usage behavior of older user groups from the per-

spective of information ecology[J]. Library and information service, 2017, 61(15): 25-33.

[6] 邓胜利. 网络用户信息交互行为研究模型[J]. 情报理论与实践, 2015, 38(12): 53-56, 87.

DENG S L. Research model of web user information interaction behavior[J]. Information studies: Theory & application, 2015, 38(12): 53-56, 87.

[7] 赵国栋, 易欢欢, 徐远重. 元宇宙[M]. 北京: 中国出版集团中译出版社, 2021.

ZHAO G D, YI H H, XU Y C. The metaverse[M]. Beijing: China translation & publishing house, 2021.

[8] TERDIMAN D. The entrepreneur's guide to second life: Making money in the metaverse[M]. John Wiley & Sons, 2007.

[9] JENNINGS N, COLLINS C. Virtual or virtually U: Educational institutions in second life[J]. International journal of social sciences, 2007, 2(3): 180-186.

[10] KAPLAN A M, HAENLEIN M. The fairyland of second life: Virtual social worlds and how to use them[J]. Business horizons, 2009, 52(6): 563-572.

[11] MAIER M. Can a metaverse have inflation?[J]. Business 2.0, 2003, 4(2): 75.

[12] SALMASI A V, GILLAM L. Machine ethics for gambling in the metaverse: An "EthiCasino"[J]. Journal for virtual worlds research, 2009, 2(3): 1-23.

[13] KIM J. Advertising in the metaverse: Research agenda[J]. Journal of interactive advertising, 2021, 21(3): 141-144.

[14] ALMARZOUQI A, ABURAYYA A, SALLOUM S A. Prediction of user's intention to use metaverse system in medical education: A hybrid SEM-ML learning approach[J]. IEEE access, 2022, 10: 43421-43434.

[15] INDARTA Y, AMBIYAR A, SAMALA A D, et al. Metaverse: Tantangan dan peluang dalam pendidikan[J]. Jurnal basicedu, 2022, 6(3): 3351-3363.

[16] JEONG H, YI Y, KIM D. An innovative e-commerce platform incorporating metaverse to live commerce[J]. International journal of innovative computing, information and control, 2022, 18(1): 221-229.

[17] 杨新涯, 钱国富, 唱婷婷, 等. 元宇宙是图书馆的未来吗?[J]. 图书馆论坛, 2021, 41(12): 35-44.

YANG X Y, QIAN G F, CHANG T T, et al. Is the metaverse the future of libraries?[J]. Library tribune, 2021, 41(12): 35-44.

[18] 彭国超, 吴思远. 元宇宙: 城市智慧治理场景探索的新途径[J/OL]. 图书馆论坛: 1-8 [2022-06-11]. http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1306.g2.20220601.1651.006.html.

PENG G C, WU S Y. Metaverse: A new way to explore urban smart governance scenarios[J/OL].Library Tribune: 1-8 [2022-06-11]. http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1306.g2.20220601.1651.006.html.

[19] 娄方园, 齐梦娜, 王竹新, 等. 元宇宙场域下的教育数字人及其应用[J/OL]. 图书馆论坛: 1-9[2022-06-11]. http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1306.G2.20220608.1116.004.html.

LOU F Y, QI M N, WANG Z X, et al. Educational digital people and their applications in the metaverse field[J/OL]. Library tribune: 1-9[2022-06-11]. http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1306.G2.20220608.1116.004.html.

[20] CHOI H, KIM S. A content service deployment plan for metaverse museum exhibitions - Centering on the combination of beacons and HMDs[J]. International journal of information management, 2017, 37(1): 1519-1527.

[21] GADEKALLU T R, HUYNH-THE T, WANG W, et al. Blockchain for the metaverse: A review[J]. ArXiv preprint arxiv: 2203.09738, 2022.

[22] GREENE D, GROENENDYK M. An environmental scan of virtual and augmented reality services in academic libraries[J]. Library hi-tech, 2020, 39(1): 37-47.

[23] 陈苗, 肖鹏. 元宇宙时代图书馆、档案馆与博物馆(LAM)的技术采纳及其负责任创新: 以 NFT 为中心的思考[J]. 图书馆建设, 2022(1): 121-126.

CHEN M, XIAO P. Technology adoption and its responsible innovation in libraries, archives and museums (LAM) in the metaverse era: Reflections with NFT at the center[J]. Library development, 2022(1): 121-126.

[24] 向安玲, 高爽, 彭影彤, 等. 知识重组与场景再构: 面向数字资源管理的元宇宙[J]. 图书情报知识, 2022, 39(1): 30-38.

XIANG A L, GAO S, PENG Y T, et al. Knowledge reorganization and scene reconfiguration: A meta-universe for digital resource management[J]. Document, information & knowledge, 2022, 39(1): 30-38.

[25] 姚占雷, 许鑫. 元宇宙中情境知识的构建与应用初探[J]. 图书馆论坛, 2022, 42(1): 45-52.

YAO Z L, XU X. A first look at the construction and application of contextual knowledge in the metaverse[J]. Library tribune, 2022, 42 (1): 45-52.

[26] 吴江, 曹喆, 陈佩, 等. 元宇宙视域下的用户信息行为: 框架与展望[J]. 信息资源管理学报, 2022, 12(1): 4-20.

WU J, CAO Z, CHEN P, et al. User information behavior in a metaverse perspective: Framework and perspectives[J]. Journal of information resources management, 2022, 12(1): 4-20.

[27] 郭亚军, 袁一鸣, 李帅, 等. 元宇宙场域下虚拟社区知识共享模式研究[J]. 情报理论与实践, 2022, 45(4): 52-57, 40.

GUO Y J, YUAN Y M, LI S, et al. A study on knowledge sharing model of virtual communities in the metaverse field[J]. Information studies: Theory & application, 2022, 45(4): 52-57, 40.

[28] 赵星, 陆绮雯. 元宇宙之治: 未来数智世界的敏捷治理前瞻[J]. 中国图书馆学报, 2022, 48(1): 52-61.

ZHAO X, LU Q W. Metaverse governance: Agile governance foresight for the future digital intelligence world[J]. Journal of library science in China, 2022, 48(1): 52-61.

[29] LAKOFF G M, JOHNSON. Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to western thought[M]. Basic books, 1999: 3-36.

[30] 陈琰. 新媒体环境下观看方式的"身体"性介入[J]. 艺术百家, 2018, 34(5): 39-44, 219.

CHEN Y. The intervention of the "body" of viewing styles in the new media environment[J]. Hundred schools in arts, 2018, 34(5): 39-44, 219.

[31] 黄传慧, 万力勇. 高校学术用户移动学习信息查询行为影响因素分析[J]. 现代情报, 2017, 37(3):52-56.

HUANG C H, WAN L Y. Analysis of factors influencing academic users' mobile learning information query behavior in higher education[J]. Journal of modern information, 2017, 37(3): 52-56.

[32] 郭亚军, 袁一鸣, 郭一若, 等. 元宇宙视域下的虚拟教育知识流转机制研究[J]. 情报科学, 2022, 40(1): 3-9, 24.

GUO Y J, YUAN Y M, GUO Y R, et al. A study on the mechanism of virtual education knowledge flow in the meta-universe perspective[J]. Information science, 2022, 40(1): 3-9, 24.

[33] 娄策群, 周承聪. 信息生态链: 概念、本质和类型[J]. 图书情报工作, 2007(9): 29-32.

LOU C Q, ZHOU C C. Information ecosystem: Concept, nature and types[J]. Library and information service, 2007(9): 29-32.

[34] 于良芝, 刘怡君. 现象学、现象图析学与信息用户研究的经验范式——信息经验研究的理论基础、核心概念与方法论评析[J]. 中国图书馆学报, 2021, 47(3): 43-57.

YU L Z, LIU Y J. Phenomenology, phenomenological graphology, and the empirical paradigm of information user research - A review of the theoretical foundations, core concepts, and methodology of empirical information research[J]. Journal of library science in China, 2021, 47(3): 43-57.

[35] 张兴旺, 吕瑞倩, 李洁, 等. 面向元宇宙的图书馆信息物理融合研究[J]. 数字图书馆论坛, 2022(4): 53-59.

ZHANG X W, LV R Q, LI J, et al. A study on physical fusion of library information for metaverse[J]. Digital library forum, 2022(4): 53-59.

[36] VeeR 互动视频平台[EB/OL]. [2022-06-01]. https://veervr.tv/veer-app.

VeeR interactive video platform [EB/OL]. [2022-06-01].https://veervr.tv/veer-app.

Ecological Mechanism of User Information Interaction in the Metaverse Environment

GUO Yajun, YUAN Yiming, ZHANG Tengfei
(School of Information Management, Zhengzhou University of Aeronautics, Zhengzhou 450046)

Abstract: [Purpose/Significance] Information ecology, as a kind of overall scenario of user information interaction behavior, reveals the basic logic of information flow among information elements in a particular environment. The study of information ecology in traditional information environment has been relatively mature. With the arrival of the metaverse, its characteristics of virtualization, immersion and decentralization have transformed user information interaction behavior, which in turn has brought about changes of the ecological interaction mechanism. We need to analyze the ecological mechanism of information interaction in the metaverse environment, in order to provide reference for relevant information theory research and promote the birth of metaverse informatics. [Method/Process] This paper stands on the information ecology perspective, takes the four ecological elements of information people, information, information environment and information technology as the entry point, and divides the information interaction ecology under the metaverse environment into three layers of architecture: information interaction, information data and information technology. Among them, the information interaction layer contains information users and information environment. Unlike the information ecological chain, each information user in the information interaction ecology under the metaverse environment is an integration of information producer, transmitter and consumer. Unlike the linear information flow in the information ecological chain, the information flow in the metaverse will show a wave-like diffusion. The information data layer provides the information resources in the information interaction ecology, and in this layer, we discuss the process from production to management of information resources under the metaverse environment. The information technology layer is the implementation path and basic support of the whole information interaction ecology, and in this layer we introduce several information technologies commonly used in the metaverse information interaction ecology. Through the above three-layer architecture, we have discussed the ecological composition of information interaction, information interaction logic, and information movement process as a whole to constitute the user information ecological mechanism under the metaverse enviornment. [Results/Conclusions] This paper constructs an ecological mechanism of user information interaction in the metaverse with a hierarchical architecture from the physical environment to the interaction scene, and provides strategies for the development of this mechanism from the perspectives of user, resource, technology, and governance. Taking the metaverse as the theoretical background, this study re-examines and expands the traditional information ecology theory, with the aim to provide a boost to the development of metaverse informatics. It is worth stating that the ecological mechanism of metaverse information interaction proposed in this paper is a theoretical prediction based on existing research, and the empirical conditions are insufficient.

Keywords: metaverse; information ecology; information interaction behavior; information access; information sharing